회전중력장 이론의 지구-해양 확장에 대한 관측 기반 검증

한국 연안 장기 조석 자료를 이용한 구조적 정합성 분석

저자: 노태윤

소속: 독립 연구자

분야 분류: Earth Sciences / Geophysics / Oceanography

키워드: 회전중력장, 위상 정렬, 조석, 해수면, 지구과학, 관측 검증

초록

본 연구는 회전중력장 이론(Rotation−Oriented Gravity Theory, ROT)을 지구-해양 시스템으로 확장 적용하고, 해당 이론이 관측 자료에 대해 검증 가능한 구조를 갖는지를 평가하기 위한 관측 기반 검증 실험을 수행한다. 단기 예측 정확도를 목표로 하지 않고, 이론이 제시하는 장기 평균 구조와 계절적 패턴이 실제 관측 기록과 정합되는지를 분석하였다. 국립해양조사원(KHOA)이 제공한 한국 연안 조위 관측소(인천, 목포, 부산, 울산)의 수십 년간 장기 통계 자료를 사용하여 평균 조차 수준과 계절 진폭을 비교하였다. 분석 결과, 서해 연안의 지속적인 대조차 구조, 남·동해 연안의 상대적으로 작은 조차 수준, 그리고 수십 년간 안정적으로 유지되는 계절적 증폭 패턴이 확인되었다. 이는 조석 에너지 분포가 중력 크기만이 아니라 회전 및 위상 정렬 효율과 같은 구조적 요인에 의해 조정될 수 있음을 시사한다. 본 논문은 전지구적 일반화를 주장하지 않으며, 회전중력장 이론이 지구과학 영역에서 관측 기반 검증이 가능한 이론적 프레임워크임을 확인하는 1차 검증 기록으로서의 의미를 갖는다.

---

1. 서론

조석 및 해수면 변동은 지구과학에서 가장 오래 연구되어 온 현상 중 하나로, 전통적으로 천체 간 중력 작용과 해양 분지의 지형적 특성에 의해 설명되어 왔다. 이러한 접근은 국지적 예측에서는 높은 정확도를 제공하지만, 특정 지역이 수십 년 이상 지속적으로 대조차 또는 소조차 구조를 유지하는 이유, 그리고 계절적 증폭 패턴이 장기적으로 안정적인 구조를 갖는 이유에 대해서는 충분한 구조적 설명을 제공하지 못한다.

회전중력장 이론(Rotation−Oriented Gravity Theory, ROT)은 중력 현상을 질량 크기 중심의 정적 개념이 아니라, 회전·공전·위상 정렬에 따른 동적 구조로 해석한다. 이 관점에서 지구-해양 시스템으로의 에너지 주입은 단순한 중력 크기뿐 아니라 회전 좌표계에서의 정렬 효율에 의해 조절될 수 있다.

본 연구의 목적은 회전중력장 이론이 지구과학 영역에서 **검증 가능한 이론인지 여부**를 확인하는 데 있다. 이를 위해 전지구적 일반화를 시도하지 않고, 접근 가능하고 신뢰도가 높은 국내 장기 관측 자료를 사용하여 이론이 예측하는 구조적 패턴이 실제 관측과 정합되는지를

평가한다.

본 연구는 조수간만 현상을 새로운 방식으로 설명하거나 기존 조석 이론의 정확도를 개선하는 것을 목표로 하지 않는다. 대신, 본 논문은 회전중력장 이론이 제시하는 중력 해석의 확장 프레임이 실제 관측 세계와 구조적으로 정합되는지를 검토하는 **이론 뒷받침 연구**로 위치한다. 조수간만은 중력 작용이 장기간에 걸쳐 누적·평균화된 결과가 명확히 드러나는 대표적 현상으로, 새로운 중력이론이 관측과 접촉 가능한지를 평가하기 위한 적절한 검증 대상이다. 따라서 본 연구의 핵심 질문은 "조석 현상이 회전중력장 이론과 충돌하는가"이며, 이는 이론의 적용 가능성을 판단하기 위한 최소 조건 검증에 해당한다.

---

2. 이론적 배경

회전중력장 이론의 핵심 가정은 다음과 같다.
지구 시스템으로의 에너지 입력은 중력의 크기뿐 아니라 회전 및 위상 정렬 상태에 의해 조정된다.
단기 기상·해양 변동은 장기 평균에서 상쇄되며, 구조적 특성은 유지된다.
해안 지형과 수심은 조석 에너지의 증폭기 역할을 수행하지만, 근본 원인은 아니다.
이러한 가정이 타당하다면, 특정 지역은 장기간에 걸쳐 안정적인 조차 규모와 계절적 구조를 유지해야 하며, 이는 장기 관측 통계에서 확인 가능해야 한다.

---

3. 자료 및 방법

3.1 자료

본 연구는 국립해양조사원(KHOA)이 제공한 장기 조위 관측 통계 자료를 사용하였다. 분석 대상 관측소는 다음과 같다.

인천 (서해)
목포 (서남해)
부산 (남·동해 접경)
울산 (동해)

해당 자료는 월평균 조차 값으로 구성되어 있으며, 단기 이벤트가 아닌 장기 평균 구조 분석에 적합하다.

3.2 분석 지표

본 연구에서는 다음의 두 가지 지표를 사용하였다.

1. **평균 조차 수준**

$$\overline{TR} = \text{전체 기간 월평균 조차의 평균}$$

2. **계절 진폭**

$$A_{season} = \overline{TR}_{7\text{–}9\text{월}} - \overline{TR}_{1\text{–}3\text{월}}$$

이를 통해 지역별 구조적 차이와 계절적 증폭 특성을 비교하였다.

---

4. 결과

4.1 평균 조차 수준

지역	평균 조차 (cm)
인천	약 464
목포	약 233
부산	약 69
울산	약 33

서해 연안이 남·동해 연안에 비해 현저히 높은 조차 수준을 장기간 유지함이 확인되었다.

4.2 계절 진폭

지역	계절 진폭 (cm)
인천	약 35
목포	약 31
부산	약 20

울산	약 19

대조차 지역일수록 계절 진폭이 크며, 이 구조는 수십 년간 안정적으로 유지된다.

4.3 구조적 안정성

모든 관측소에서 지역 간 조차 규모의 상대적 순위와 계절적 증폭 패턴이 장기적으로 유지되었으며, 이는 우연적 변동이 아닌 구조적 특성임을 시사한다.

---

5. 논의

한국 연안은 20세기 이후 대규모 간척 및 해안선 변화가 존재하는 지역이다. 이러한 인위적 변형은 국지적 조석 위상이나 절대값에 영향을 줄 수 있으나, 본 연구에서 관찰된 조차 규모의 지역 간 순위와 계절 진폭 구조를 역전시키지는 못하였다. 이는 관측된 구조가 단순한 지형 효과를 넘어선 대규모 동역학적 특성을 반영함을 시사한다.

회전중력장 이론의 관점에서 보면, 회전·위상 정렬에 의해 조정된 에너지 입력이 먼저 존재하고, 해안 지형은 이를 증폭하는 역할을 수행한다고 해석할 수 있다. 본 연구는 이러한 해석이 관측 자료와 충돌하지 않음을 확인하는 구조적 검증으로 기능한다.

본 연구에서 관찰된 조차 규모의 지역적 차이와 계절 진폭 구조는 기존 조석 이론의 틀 안에서도 기술될 수 있다. 그러나 본 논문의 초점은 이러한 현상을 재설명하는 데 있지 않다. 오히려 장기간에 걸쳐 유지되는 상대적 구조가 단순한 국지 지형 요인이나 단기 외란에 의해 쉽게 교란되지 않는다는 점에 주목한다. 회전중력장 이론의 관점에서 보면, 이러한 안정성은 회전 좌표계에서의 에너지 주입과 위상 정렬 효율이라는 상위 구조가 먼저 존재하고, 해안 지형은 이를 증폭하는 역할을 수행하는 결과로 해석될 수 있다. 본 연구는 이러한 해석이 관측 자료와 **충돌하지 않음을 확인하는 데 목적이 있다.**

---

6. 한계

본 연구는 다음과 같은 한계를 갖는다.

분석 지역이 한국 연안으로 제한되어 있다.

전지구적 일반화는 시도하지 않았다.

상세 수치 예측을 위한 고해상도 수치 모델링은 포함하지 않았다.

각 국가 및 지역별 간척 사업의 정확한 시기와 규모에 대한 상세한 재구성은 수행하지 않았다. 전지구적 또는 장기간에 걸친 간척 자료는 지역별로 불완전하거나 상이하며, 본 연구의 목적은 개별 인위적 변화의 정밀한 효과를 추적하는 데 있지 않기 때문이다. 대신, 인위적 해안선 변화의 영향은 평균적 구조 교란 요인으로 간주하고 일정한 변수값을 적용하여 계산을 수행하였다.

이러한 한계는 회전중력장 이론의 적용 가능성을 부정하는 요소가 아니라, **연구 범위를 명확히 한 방법론적 선택**으로 이해되어야 하며, 향후 연구에서는 전지구 관측 자료 및 지역별 간척 이력을 보다 정밀하게 반영한 확장 검증을 통해 보완될 수 있다.

7. 결론

본 연구는 회전중력장 이론을 지구-해양 시스템으로 확장 적용하고, 국내 장기 조석 관측 자료를 이용하여 해당 이론이 검증 가능한 구조를 갖는지를 평가하였다. 분석 결과, 이론이 예측하는 공간적·계절적 구조가 실제 관측 자료와 정합됨이 확인되었다. 이는 회전중력장 이론이 기후 및 지구과학 영역에서 관측 기반 검증이 가능한 이론적 프레임워크임을 보여주는 1차 검증 기록이다. 전지구적 확장 검증은 향후 연구 과제로 남긴다.

본 연구는 회전중력장 이론을 지구-해양 시스템으로 확장 적용하여, 해당 이론이 장기 조석 관측 자료와 구조적으로 정합되는지를 검토하였다. 분석 결과, 지역별 조차 규모와 계절적 진폭의 상대적 구조가 장기간 유지됨이 확인되었으며, 이는 회전·위상 정렬을 중력 해석의 주요 변수로 포함하는 이론적 프레임이 관측 세계와 충돌하지 않음을 시사한다.
본 논문은 회전중력장 이론의 예측 정확도를 검증하거나 기존 조석 이론을 대체하려는 목적을 갖지 않는다. 대신, 본 연구는 회전중력장 이론이 **관측 가능한 자연 시스템에서도 적용 가능성을 논의할 수 있는 최소한의 자료적 기반을 제공하는 뒷받침 논문**으로서의 역할을 수행한다. 향후 연구에서는 전지구 관측 자료 및 보다 정교한 수치 모델링을 통해, 회전중력장 이론이 제시하는 구조적 예측의 차별성을 단계적으로 검증할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구에 사용된 조위 관측 자료를 제공한 국립해양조사원에 감사한다.